

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-022499

(43)Date of publication of application : 26.01.2001

(51)Int.Cl.

G06F 3/00

G05B 15/02

(21)Application number : 11-190638

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
<NTT>

(22)Date of filing : 05.07.1999

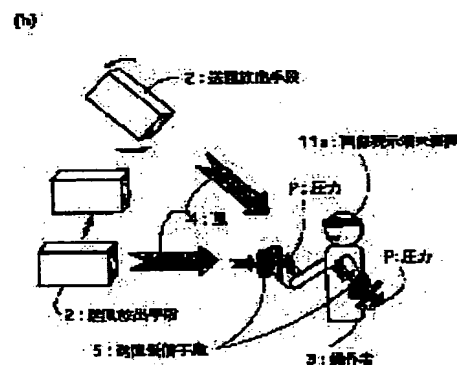
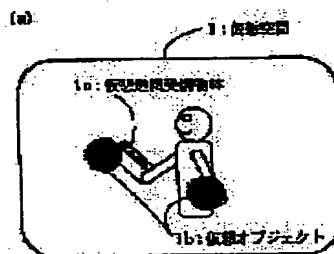
(72)Inventor : SUZUKI YURIKO  
KONO TAKASHI  
ISHIBASHI SATOSHI

## (54) INNER FORCE SENSE PRESENTING DEVICE BY WIND PRESSURE IN VIRTUAL SPACE

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To give an inner force sense without having an operator be equipped with special equipment.

SOLUTION: A virtual space 1 is expressed in an image display terminal device 11a which an operator has, a virtual object 1b is expressed in the virtual space 1, an operator is made to equip a blast reception means 5, and this blast reception means 5 is projected as a virtual blast receiving object 1a in the virtual space 1. When virtual contact occurs between the virtual blast receiving object 1a and a virtual object 1b, wind is transmitted to the blast reception means 5 in accordance with the state of the virtual contact and its wind pressure is given to the operator as an inner force sense.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

12.10.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision]

Best Available Copy

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-22499

(P2001-22499A)

(43) 公開日 平成13年1月26日 (2001.1.26)

(51) Int.Cl.

識別記号

F I

テ-マ-ト (参考)

G 0 6 F 3/00

6 8 0

G 0 6 F 3/00

6 8 0 A 5 H 2 1 5

G 0 5 B 15/02

G 0 5 B 15/02

A 9 A 0 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願平11-190638

(22) 出願日

平成11年7月5日 (1999.7.5)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 鈴木 由里子

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(72) 発明者 河野 隆志

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(74) 代理人 100083194

弁理士 長尾 常明

最終頁に続く

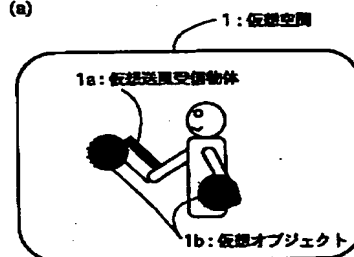
(54) 【発明の名称】 仮想空間における風圧による力覚提示装置

(57) 【要約】

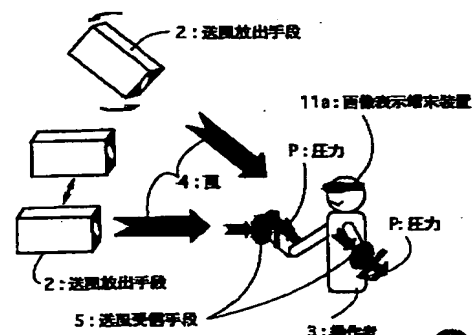
【課題】 操作者に特別の装備を備えさせることなく、力覚を与える。

【解決手段】 操作者が有する画像表示端末装置 11a に仮想空間 1 を表現し、該仮想空間 1 に仮想オブジェクト 1b を表現し、操作者に送風受信手段 5 を装備させ、該送風受信手段 5 を前記仮想空間 1 に仮想送風受信物体 1a として投影し、その仮想送風受信物体 1a と仮想オブジェクト 1b との仮想接触が起こったとき、その仮想接触の状態に応じて、送風受信手段 5 に風を送出し、その風圧が操作者に力覚として与えられるようにする。

(a)



(b)



Best Available Copy

**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】 仮想オブジェクトと仮想送風受信物体を仮想空間に表現する画像表示端末装置、及び前記仮想オブジェクトと前記仮想送風受信物体の状態に応じて前記仮想空間を制御する仮想空間制御手段を有する仮想空間システムと、

風を受け止める送風受信部、及び該送風受信部が受けた風圧を操作者に圧力として提示する圧力提示部を有する送風受信手段と、

該送風受信手段の位置や向き等を検出する送風受信部検出手段と、

該送風受信部検出手段により検出された前記送風受信手段の位置や向き等の情報に応じて、前記送風受信手段を取り付けた又はそれを一部とする物体を前記仮想空間に前記仮想送風受信物体として投影する送風受信部投影手段と、

前記仮想送風受信物体と前記仮想オブジェクトの状態に応じて、該両者間の仮想接触状態を計算する仮想接触計算手段と、

前記送風受信部に対し風を放出する送風放出手段と、

前記仮想接触計算手段の計算結果に応じて前記送風放出手段が放出する風を計算する送風放出計算手段と、

前記送風放出計算手段の計算結果に応じて前記送風放出手段が放出する風を制御する送風制御手段と、

を備えたことを特徴とする力覚提示装置。

【請求項 2】 請求項 1 において、

前記仮想空間システムがさらに遠隔仮想空間反映手段を備え、該遠隔仮想空間反映手段が、通信ネットワークを介して他の仮想空間システムから送られてくる前記仮想オブジェクトを前記仮想空間に表現すると共に、該仮想オブジェクトを前記通信ネットワークを介して前記他の仮想空間システムに送信することを特徴とする力覚提示装置。

【請求項 3】 請求項 2 において、

前記仮想空間システムがさらに遠隔仮想空間反映手段を備え、該遠隔仮想空間反映手段が、通信ネットワークを介して他の仮想空間システムから送られてくる前記仮想オブジェクトを前記仮想空間に表現すると共に、前記仮想送風受信物体を前記通信ネットワークを介して前記他の仮想空間システムに仮想オブジェクトとして送信することを特徴とする力覚提示装置。

【請求項 4】 請求項 1 乃至 3 において、

前記送風受信手段が、前記仮想送風受信物体と仮想オブジェクトの状態に応じて前記送風受信部の風を受け止める面積又は形状を制御する送風受信制御部を備えていることを特徴とする力覚提示装置。

【請求項 5】 請求項 1 乃至 4 において、

前記送風受信手段が、前記圧力提示部により提示した圧力を検出する圧力検出部を備え、前記仮想空間制御手段が、前記圧力検出手段が検出した圧力に応じて及び／又

は前記送風受信物体と前記仮想オブジェクトの状態に応じて、前記仮想空間を制御することを特徴とする力覚提示装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、操作者が自分の意思で自由に動作（操作）できる二次元又は三次元の仮想空間を表現する画像表示端末装置を備え、その仮想空間において任意に表示した仮想オブジェクトと操作者の分身（操作者又はその操作者の所持する物等）として表示した仮想送風受信物体との仮想接触により与えられる力覚を風圧より操作者に与えるようにした力覚提示装置に関するものである。

**【0002】**

【従来の技術】 仮想環境において操作者に力覚を与える従来の装置としては、マニピュレータの各関節軸にモータを取り付け、そのモータを駆動して各関節軸の反力を制御して力覚を提示するマニピュレータ式（浅野、矢野、岩田：「フォースディスプレイを用いた仮想環境における手術シミュレーションシステムの要素技術開発」、バーチャルリアリティ学会大会論文集、Vol. 1, p. 95-98, (1996. 10)）、或いは操作者の指に糸を張ったリングをはめ、その糸の他端をモータにとりつけて糸の張力の制御で力覚を提示する糸式（佐藤、他：「空間インターフェース装置 SPIDAR の提案」、信学論、74, D-2, 7, 887/889 (1991)）等がある。

**【0003】**

【発明が解決しようとする課題】 ところが、これら従来の装置は、装置の着脱に手間がかかり、また装置を支える部分が人間の身体の外部に設けられており、操作者が自由に動けない等の操作制限が問題となっている。

【0004】 本発明はこのような問題点に鑑みてなされたもので、その目的は仮想空間における力覚を風圧として操作者に与え、操作者側には風圧を受け止め圧力としてその操作者に伝え得るものがあれば良いようにして、操作者の動きの自由度が増した力覚提示装置を提供せんとするものである。

**【0005】**

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するための第 1 の発明は、仮想オブジェクトと仮想送風受信物体を仮想空間に表現する画像表示端末装置、及び前記仮想オブジェクトと前記仮想送風受信物体の状態に応じて前記仮想空間を制御する仮想空間制御手段を有する仮想空間システムと、風を受け止める送風受信部、及び該送風受信部が受けた風圧を操作者の身体や所持物に圧力として提示する圧力提示部を有する送風受信手段と、該送風受信手段の位置や向き等を検出する送風受信部検出手段と、該送風受信部検出手段により検出された前記送風受信手段の位置や向き等の情報に応じて、前記送風受信手段を取り付けた又はそれを一部とする物体を前記仮想空

間に前記仮想送風受信物体として投影する送風受信部投影手段と、前記仮想送風受信物体と前記仮想オブジェクトの状態に応じて、該両者の仮想接触状態を計算する仮想接触計算手段と、前記送風受信部に対し風を放出する送風放出手段と、前記仮想接触計算手段の計算結果に応じて前記送風放出手段が放出する風を計算する送風放出計算手段と、前記送風放出計算手段の計算結果に応じて前記送風放出手段が放出する風を制御する送風制御手段とを備えるよう構成した。

【0006】第2の発明は、第1の発明において、前記仮想空間システムがさらに遠隔仮想空間反映手段を備え、該遠隔仮想空間反映手段が、通信ネットワークを介して他の仮想空間システムから送られてくる前記仮想オブジェクトを前記仮想空間に表現すると共に、該仮想オブジェクトを前記通信ネットワークを介して前記他の仮想空間システムに送信するよう構成した。

【0007】第3の発明は、第1の発明において、前記仮想空間システムがさらに遠隔仮想空間反映手段を備え、該遠隔仮想空間反映手段が、通信ネットワークを介して他の仮想空間システムから送られてくる前記仮想オブジェクトを前記仮想空間に表現すると共に、前記仮想送風受信物体を前記通信ネットワークを介して前記他の仮想空間システムに仮想オブジェクトとして送信するよう構成した。

【0008】第4の発明は、第1乃至第3の発明において、前記送風受信手段が、前記仮想送風受信物体と仮想オブジェクトの状態に応じて前記送風受信部の風を受け止める面積又は形状を制御する送風受信制御部を備えているよう構成した。

【0009】第5の発明は、第1乃至第4の発明において、前記送風受信手段が、前記圧力提示部により提示した圧力を検出する圧力検出部を備え、前記仮想空間制御手段が、前記圧力検出手段が検出した圧力に応じて及び／又は前記送風受信物体と前記仮想オブジェクトの状態に応じて、前記仮想空間を制御するよう構成した。

【0010】

【発明の実施の形態】〔第1の実施形態〕図1は本発明の第1の実施形態の概念図である。この第1の実施形態の力覚提示装置は、画像表示端末装置11aで表現される三次元の仮想空間内1における操作者3の分身（操作者又はその操作者の所持する物等）としての仮想送風受信物体1aと仮想オブジェクト1b（図1(a)）との仮想接触時の力覚を提示するとき、送風放出手段2より操作者3の身体や所持物に風4を与え、その風を圧力として送風受信手段5で検出して、操作者3の身体や所持物に圧力Pとして力覚を提示するものである（図1(b)）。

【0011】図2はこの実施形態の力覚提示装置の構成図である。前記した送風受信手段5は、送風放出手段2から放出される風を受け止める送風受信部5aと、その

送風受信部5aが風を受けたときの風圧を操作者3の身体や所持物に圧力Pとして提示する圧力提示部5bとを有する。

【0012】この送風受信手段5は、風を受けたときその風圧を受け止められる面を有しその風圧を圧力として操作者3に伝えることができる構成であればよい。この面の形状は効率的に風圧を受け止められるように凹形の面を使用することも考えられるが、単なる面を有する板や凹形の傘等を操作者3の身体や所持物に取り付けることで、そこに風圧を与えて圧力として伝えさせるようにしても良い。また、所持物自体の面や操作者3の衣服など、送風受信手段5として利用可能な面が既に備わっている場合はそれを利用し、それら所持物等に風圧を与えることで、所持している操作者3に圧力を提示するようにしても良い。

【0013】6は前記送風受信手段5の位置、向きを検出する送風受信部検出手段である。この送風受信部検出手段6としては、磁気センサーや赤外線を利用した検出手段、マーキングによる映像解析を利用する検出手段などがある。またこの送風受信部検出手段6により検出する位置情報、向き情報を使用して、送風受信手段5（操作者3）の移動速度、移動方向、加速度などを算出し送風受信部5aの状態値として利用することもできる。

【0014】7は送風受信部投影手段であり、送風受信部検出手段6で検出した送風受信手段5の位置情報、向き情報に応じて、前記送風受信手段5を取り付けた又はそれを一部とする物体を仮想空間1に仮想送風受信物体1aとして投影する。

【0015】8は仮想接触計算手段であり、仮想空間1内における仮想送風受信物体1aと仮想オブジェクト1bの状態に応じて仮想空間1内での両者の仮想接触状態を計算する。すなわち、仮想空間1内で接触が発生したか、またそれぞれの位置や移動軌道から接触の可能性があるか、どのように接触するのか、などの状態を算出する。

【0016】9は送風放出計算手段であり、仮想接触計算手段8より計算された結果に基づき、送風放出手段2が放出する風の位置、向き、強さを計算する。

【0017】10は送風制御手段であり、送風放出計算手段9により計算された結果に基づき前記送風放出手段2が放出する風の位置、向き、強さを制御する。この送風放出手段2の具体例としては、ファン、エアポンプ、エアコンプレッサー等があり、送風制御手段10により、その送風の強さや、1つ以上の送風放出部分の切替、角度・位置などの制御による送風の位置・向きの制御を行う。

【0018】送風制御手段10の送風の強さの制御の具体的方法としては、その送風放出手段2に供給する電圧や周波数を制御することで送風のオン／オフや単位時間当りの風量を変化させて送風の強さを制御したり、また

送風放出手段2の送風放出口の面積を制御することで単位面積当りの風量を変化させ送風の強さを制御する方法等がある。

【0019】11は仮想空間システムであり、操作者3が自分の意思で自由に動作（操作）ができる三次元の仮想空間1を表現する前記した画像表示端末装置11aと、仮想オブジェクト1bと仮想送風受信物体1aの状態に応じて仮想空間1（の映像）を制御する仮想空間制御手段11bを持っている。

【0020】画像表示端末装置11aとしては、標準的サイズの又は等身大のディスプレイや、HMD等に映し出すものが使用でき、単眼視や多眼視（立体視）するものも利用することができる。

【0021】次に、本実施形態による力覚提示装置の利用方法について詳しく説明する。図3はその処理の流れを説明するための図である。ここでは、仮想オブジェクト1bによる仮想接触のイベントを、操作者3の身体や所持物に力覚を提示することにより受け取る例について説明する。

【0022】まず、送風受信手段5を、仮想オブジェクト1bによる仮想接触を受け取らせたい部分（操作者3の身体や所持物等）に、1乃至複数個取り付ける。ただし、所持物の面や操作者3の衣服など、既に送風受信手段5が備わっている場合はそれを利用する。その場合の送風受信手段5の位置は、既に備わっているその部分の位置等になる（S101）。

【0023】次に、各送風受信手段5について、仮想空間1内での位置、向きを送風受信部検出手段6により常に検出して、その送風受信手段5を取り付けた又はそれを一部とする物体を、仮想空間1に仮想送風受信物体1aとして投影する（S102）。

【0024】次に、仮想空間システム11により仮想オブジェクト1bを生成し、仮想空間1内に表現する。（S103）。

【0025】次に、仮想接触計算手段8によって、仮想送風受信物体1aと仮想オブジェクト1bの状態に応じて、前記仮想空間1内での両者の仮想接触状態を計算する（S104）。

【0026】この計算の結果、仮想接触が発生していたときは、送風放出計算手段9により仮想接触計算手段8が算出した接触状態に基づいて送風放出手段2で放出する風を計算し（S106）、送風制御手段10によって送風放出手段2が風を放出する位置、向き、強さを制御する（S107）。

【0027】このように、仮想オブジェクト1bの仮想空間1内の位置や軌道と、操作者3の身体や所持物に取り付けられた送風受信手段5の位置や向きにより、仮想接触計算手段8は、仮想空間1内において前記仮想オブジェクト1bと仮想送風受信物体1aとの仮想接触が発生したかを計算し、仮想接触が発生していれば送風放出

計算手段9により送風放出手段2が放出すべき風を計算し、仮想オブジェクト1bが仮想接触する仮想送風受信物体1aに対応する送風受信部5aに送風放出手段2からの風を当てられるように、送風制御手段10がその送風放出手段2を制御する。

【0028】さらに、送風放出手段2より風が放出されたときの、前記仮想オブジェクト1b又は投影した仮想送風受信物体1aの状態に応じて、仮想空間1を仮想空間制御手段11bによって制御する（S108）。

【0029】さらに、前記仮想空間システム11は表現された仮想空間1に応じて、再度操作者3に対応する仮想送風受信物体1aへの接触イベントを生成させるならば（S109）、再びそれらが繰り返される。

【0030】以上説明した力覚提示装置の具体的利用方法としては、仮想オブジェクト1bによる接触イベントを受け取らせる仮想空間1として、ビーチバレー、テニス、モグラたたきゲームの「たたく側」等がある。

【0031】このときは、送風受信手段5を、操作者3の身体や所持物等、操作者3に仮想オブジェクト1bによる仮想接触を受け取らせたい部分（例えば操作者3の手や腕、ラケットやハンマーにみたてたもの等）に取り付ける。あるいは、操作者3の衣服や所持しているラケットやハンマーなどの面を送風受信手段5として利用する（S101）。

【0032】そして、その送風受信手段5の位置、向きを送風受信部検出手段6で常時検出する。また、送風受信手段5を取り付けた又はそれを一部とする物体としての、操作者3の体の一部や所持物であるラケットやハンマーを、仮想送風受信物体1aとして仮想空間1内に投影する（S102）。

【0033】次に、仮想オブジェクト1bを仮想ボールや仮想モグラとして生成し、仮想空間1内に表現する（S103）。

【0034】これにより、仮想ボールを仮想空間1に飛ばしたときや仮想モグラが飛び出したときに、仮想送風受信物体1aとの接触として、操作者3が仮想ボールにぶつかる、操作者3が仮想ボールを打ち返す、操作者3が仮想モグラをたたくななどの行為を行うことが想定される。このとき、操作者3が送風受信手段5を取り付けた部分を動かすなどのアクションを起こすと、仮想接触計算手段8が、仮想送風受信物体1a（操作者3の体の一部や所持物であるラケットやハンマー）と仮想オブジェクト1b（仮想ボールや仮想モグラ）の状態に応じて、その両者間の仮想空間1内での仮想接触状態を計算する。

【0035】このように、仮想オブジェクト1bの仮想空間1内での位置や軌道と、操作者3の身体や所持物に取り付けられた送風受信手段5の位置や向きより、仮想オブジェクト1bと操作者3の身体や所持物との仮想接触が発生したかを計算する（S104）。

【0036】仮想接触が発生していれば、その接触状態から、送風放出計算手段9は、送風放出手段2が放出する風を計算し（S106）、仮想オブジェクト1bが接触する送風受信手段5に風を当てられるように、送風制御手段10が送風放出手段2を制御して、送風放出手段2から風が放出される（S107）。

【0037】送風放出手段2より風が放出されたときの、仮想送風受信物体1a（操作者3の体の一部、或いは所持物であるラケットやハンマー）と仮想オブジェクト1b（仮想ボールや仮想モグラ）の状態に応じて、仮想空間制御手段11bは仮想オブジェクト1bが接触した映像として、仮想ボールが跳ね返る、仮想モグラが引っ込む、又は仮想モグラ姿態が変化するなどの映像を表現する（S108）。さらに、跳ね返した又はたたいた状態に応じて、再度操作者3へ仮想ボールが飛んでいく、又は仮想モグラが飛び出すなど、それらが繰り返される。

【0038】仮想空間1を制御する別の方法として、仮想接触が発生する仮想オブジェクト1bの映像を仮想空間1に表現する際に、送風受信手段5を取り付けた又はそれを一部とする物体である仮想空間1内に投影された仮想送風受信物体1aの位置などに応じて表現する方法も実施できる。

【0039】図4はこの場合の処理の流れを説明するための図である。これは、図3にあったステップS103をステップS103'に置換したものである。このステップS103'では、仮想送風受信物体1aと仮想オブジェクト1bの状態に応じて、仮想空間1を仮想空間制御手段11bによって制御し、接触イベントを起こす仮想オブジェクト1bの映像を所望に表現する。

【0040】この場合の具体的利用方法を次に説明する。ここでは、仮想オブジェクト1aからの接触イベントを受け取らせる仮想空間1として、モグラたたきゲームの「たたかれ側」を考える。

【0041】このときは、送風受信手段5を、操作者3の身体や所持物等のように、操作者3に仮想オブジェクト1bからの仮想接触を受け取らせたい部分（例えば操作者の頭等）に取り付ける、又は操作者の衣服等を利用する（S101）。

【0042】そして、その送風受信手段5の位置、向きを検出する。また、送風受信手段5を取り付けた又は一部とする物体である、操作者3の体の一部（例えば操作者の頭等）を仮想送風受信物体1aである仮想モグラとして仮想空間1内に投影する（S102）。

【0043】これは、操作者3がその位置を移動することで、投影された仮想モグラが仮想空間1内に作られた仮想穴から出入りを行い、その仮想モグラが仮想ハンマーによりたたかれることを想定したゲームである。

【0044】仮想モグラが指定した穴から飛び出したり一定時間以上穴から出ていたりなど、穴から飛び出した

という条件を満たした場合、仮想オブジェクト1bとの仮想接触が発生するものとし、仮想オブジェクト1bとして仮想ハンマーを生成し、仮想モグラの動きに応じて仮想ハンマーを表現する（S103'）。

【0045】操作者3は送風受信手段5を取り付けた部分を動かすなどのアクションを起こし、仮想接触計算手段8が、操作者3の体の一部が投影された仮想送風受信物体1a（仮想モグラ）と仮想オブジェクト1b（仮想ハンマー）の状態に応じて、仮想空間1内で仮想接触状態を計算する（S104）。この仮想接触状態は、例えば、仮想ハンマーが仮想モグラをたたく状態である。

【0046】仮想接触が発生していれば、その接触状態から、送風放出計算手段9は送風放出手段2が放出する風を計算し（S106）、仮想オブジェクト1bが接触する送風受信部5aに風を当てられるように、送風制御手段10が送風放出手段2を制御して、送風放出手段から風が放出される（S107）。

【0047】送風放出手段2より風が放出されたときの、操作者3の体の一部が投影された仮想送風受信物体1a（仮想モグラ）と仮想オブジェクト1b（仮想ハンマー）の状態に応じて、仮想空間制御手段11bは仮想空間を制御する。例えば、仮想オブジェクト1bが接触した映像として、仮想ハンマーが変化する、仮想モグラにみたてられた操作者3の仮想空間1内での位置が変化するなどの映像を表現する（S108）。

【0048】さらに、たたかれた状態に応じて、再度操作者3が仮想穴から飛び出すなど、それらが繰り返される（S109）。

【0049】〔第2の実施形態〕図5は本発明の第2の実施形態による力覚提示装置の構成図である。ここでは、図2に示した力覚提示装置を2台具備し、各力覚提示装置の仮想空間システム11は通信ネットワーク12を介して接続されている。各力覚提示装置は、通信ネットワーク12を介して操作者間で双方向に仮想的に反力をやり取りするよう双方の操作者の身体や所持物に力覚を提示するものである。そして、ここでも、各力覚提示装置に操作者3の分身（仮想送風受信物体1a）を表示できるようにし、操作者3は自分の分身を操作することで自分の意思で自由に動作（操作）ができる三次元の仮想空間1を表現する。この仮想空間1には、他の力覚提示装置を操作する操作者の分身も表現させる。

【0050】仮想空間システム11の仮想空間制御手段11bは、図2に示したのと同様に、送風受信部投影手段7により投影された仮想送風受信物体1aと生成された仮想オブジェクト1bの状態に応じて、仮想空間1を制御する。11cは遠隔仮想空間反映手段であり、仮想空間制御手段11bによって表現された仮想オブジェクト1bの位置情報、向き情報を通信ネットワーク12を介して他の仮想空間システムに送信し、仮想オブジェクト1bの位置情報、向き情報を受け取った当該他の仮想

空間1では仮想オブジェクト1bを自己の仮想空間1に表現する同様な遠隔仮想空間反映手段11cを備えている。なお、遠隔仮想空間反映手段11cは、自己の仮想空間1の仮想送風受信物体1aを他の仮想空間システムに仮想オブジェクト1bとして送信する場合もある。他の構成は図2の構成で説明したのと同じである。

【0051】図6はこの第2の実施形態の力覚提示装置の処理の流れを説明するための図である。まず、風を受け止める送風受信部5aとその送風受信部5aが受け止めた風圧を圧力として提示する圧力提示部5bを有する送風受信手段5を、操作者3の身体や所持物等、操作者3に仮想オブジェクト1bによる仮想接触を受け取らせたい部分に取り付ける。ただし、所持物の面や操作者の衣服など、送風受信手段5が既に備わっている場合それを利用する。その場合の送風受信手段5の位置は、既に備わっているその部分の位置等になる(S201)。

【0052】次に、前記各送風受信手段5について、仮想空間1内での位置、向きを送風受信検出手段6により常に検出し、送風受信手段5を取り付けた又は一部とする物体を仮想空間1に仮想送風受信物体1aとして投影する(S202)。

【0053】次に、仮想空間システムは仮想オブジェクト1bを生成し、仮想空間1内に表現する。(S203)。

【0054】次に、仮想接触計算手段8は、仮想送風受信物体1aと仮想オブジェクト1bの状態に応じて、両者間の前記仮想空間1内での仮想接触状態を計算する(S204)。

【0055】以上により、仮想接触が発生していたときは、送風放出計算手段9は、仮想接触計算手段8で算出した接触状態に基づき送風放手段2が放出する風の位置、向き、強さを計算し(S206)、この計算に基づき送風制御手段10は送風放手段2が風を放出するを制御する(S207)。

【0056】さらに、前記送風放手段2より風を放出したときの、送風受信部投影手段7により投影された仮想送風受信物体1aと仮想オブジェクト1bの状態に応じて、仮想空間1を仮想空間制御手段11bによって制御する(S208)。

【0057】さらに、遠隔仮想空間反映手段11cにより、仮想空間制御手段11bによって表現された仮想オブジェクト1bの位置情報、向き情報を通信ネットワーク12を介して他の仮想空間システム11に送信する(S209)。また、遠隔から送信されてきた仮想オブジェクト1bの位置情報、向き情報を自己の仮想空間1に反映させる(S210)。

【0058】このとき、遠隔の仮想空間1でも前記のような仮想接触が発生している等より、再度操作者へ接触イベントを生成させるならば(S211)、再度同様の処理を行う。

【0059】以上により、双方の仮想空間で仮想接触が発生し合うことで、通信ネットワーク12を介して遠隔の操作者と仮想空間1を共有し、仮想的反力のやり取りを体験することが可能となる。

【0060】本実施形態の具体的利用方法としては、同一の仮想接触イベントが起こる仮想空間システム11を通信ネットワーク12でつなぎ、双方を仮想オブジェクト1bが行き来することで、仮想オブジェクト1bからの接触イベントをやり取りする方法がある。例えば、前記第1の実施形態で説明したビーチバレー、テニス等の仮想空間システムを通信ネットワークで接続する利用方法である。

【0061】このときは、送風受信手段5を、操作者3に仮想オブジェクト1bによる仮想接触を受け取らせたい部分である、操作者の身体や所持物等(例えば操作者の手や腕、ラケットにみたてたもの等)に取り付けるか、又は操作者の衣服や所持物のラケットなどの面を送風受信手段5として利用する(S201)。

【0062】そして、送風受信部検出手段6により、その位置、向きを検出する。また送風受信手段5を取り付けた又は一部とする物体である、操作者の体の一部や、所持物であるラケットを仮想送風受信物体1aとして仮想空間1内に投影する(S202)。

【0063】仮想オブジェクト1bとして仮想ボールを生成し、仮想空間1内に表現する(S103)。

【0064】これにより、仮想接触が起こる仮想ボールを仮想空間1に飛ばしたときに仮想送風受信物体1aとの接触として、操作者3が仮想ボールにぶつかる、操作者3が仮想ボールを打ち返すなどの行為を行うことが予想される。このとき、操作者3が送風受信手段5を取り付けた部分を動かすなどのアクションを起こすと、仮想接触計算手段8が、仮想送風受信物体1a(操作者3の体の一部や所持物であるラケット)と仮想オブジェクト1b(仮想ボール)の状態に応じて、前記仮想空間1内で仮想接触状態を計算する(S204)。

【0065】以上により、仮想接触が発生していれば、送風放出計算手段9は、仮想接触計算手段8が算出した接触状態に基づき、送風放手段2が放出する風を計算し(S206)、仮想オブジェクト1bが接触する送風受信手段5に風を当てられるように、送風制御手段10が送風放手段2から放出する風を制御する(S207)。

【0066】送風放手段2より風が放出されたときの仮想送風受信物体1a(操作者3の体の一部や所持物であるラケット)と仮想オブジェクト1b(仮想ボール)の状態に応じて、仮想空間制御手段11bは仮想オブジェクト1bが接触した映像として、仮想ボールが跳ね返るなどの映像を表現する(S208)。

【0067】さらに、仮想空間制御手段11bによって表現された跳ね返った仮想ボールの映像を、通信ネット



ワーク12を介して他方の仮想空間システム11に送信し、遠隔の仮想空間1に、跳ね返ったボールが飛んできた映像などとして反映させる(S209)。

【0068】さらに、その仮想ボールを打ち返すなどの行為を、当該遠隔地にある仮想空間システム11の操作者が行ったとき、その仮想ボールの位置情報、向き情報を受け取り(S210)、これより接触イベントを再び生成させる(S211)ことにより、通信ネットワーク12を介して遠隔の操作者と仮想空間1を共有し、仮想的反力のやり取りをし、仮想のボールの打ち合いなどを体験することが可能となる。

【0069】また、別の方法として、異なる仮想接触イベントが起こる仮想空間システムを通信ネットワークでつなぎ、一方の仮想送風受信物体1aが他方では接触イベントを起こす仮想オブジェクト1bとして互いに反映されることで接触イベントをやり取りする方法がある。

【0070】具体的方法としては、第1の実施形態で説明したように、各操作者を仮想モグラにみたてた「たたかれる側」と、その仮想モグラを「たたき側」として、両者間を通信ネットワーク12でつなぐモグラたたきゲーム等の仮想空間システムがある。

【0071】図7はその概念図である。仮想オブジェクト1bからの接触イベントを受け取らせる仮想空間1として、「たたき側」の仮想空間システム11A(図7(a))、「たたかれる側」の仮想空間システム11B(図7(b))が、通信ネットワーク12でつながれているものとする。「たたき側」の仮想空間システム11Aでは、たたき側の送風受信手段5を操作者3の身体や所持物等、例えば、操作者の手やハンマーにみたてたもの等に取り付けるか、又はそのハンマーなどの面を送風受信手段5とする。

【0072】一方、「たたかれる側」の仮想空間システム11Bでは、たたかれる場所として、操作者3の身体や所持物等、例えば操作者の頭や手等を送風受信手段5を取り付けるか、又は操作者の衣服などの面を送風受信手段5として利用する。

【0073】ここでは、「たたき側」の送風受信手段5はハンマーの面とし、「たたかれる側」の送風受信手段5は操作者3の頭に取り付けたものとする。

【0074】また各送風受信手段5について、仮想空間1内の位置、向きを検出し、また各送風受信手段5を取り付けた又は一部とする物体である各操作者3の頭や、所持物であるハンマーを仮想送風受信物体1aとして仮想空間1内に投影する。

【0075】ここでは、「たたき側」ではハンマーを仮想ハンマーにみたてて仮想送風受信物体1aとして、「たたかれる側」では操作者の頭を仮想モグラにみたてて仮想送風受信物体1aとして、各々の側の仮想空間1内に投影する。この場合、接触イベントを起こす仮想オブジェクト1bは、「たたき側」では「たたかれる側」から

反映された仮想モグラであり、「たたかれる側」では「たたき側」から反映された仮想ハンマーとなる。

【0076】仮想空間システム11Bの操作者3が、仮想空間システム11Bの仮想モグラとして投影され、さらに仮想モグラが仮想空間システム11Aに反映されることで、仮想空間システム11Bの操作者3Bの位置移動により、仮想空間システム11Aの仮想モグラが穴から出たり入ったりする。仮想空間システム11Aでは、所持物のハンマーが投影され、投影し仮想ハンマーで仮想モグラをたたくことで、仮想オブジェクト1bである仮想モグラと仮想ハンマーの仮想接触が起こることから、仮想モグラと仮想ハンマーの状態に応じて、仮想接触計算手段8より仮想接触状態を算出する。

【0077】仮想接触が発生していれば、送風放出計算手段9より放出する風を算出し、仮想オブジェクトが接触する送風受信部5aに風を当てられるように、送風制御手段10が送風放出手段2を制御して、送風放出手段2から風が放出される。

【0078】さらに、仮想モグラと仮想ハンマーの状態に応じて、仮想空間1を仮想空間制御手段11bによって制御する。例えば、仮想接触した映像として、仮想モグラが引っ込む、仮想モグラの姿勢が変化する等の映像を表現する。

【0079】さらに、遠隔仮想空間反映手段11cによって仮想空間システム11Aの仮想ハンマーの位置情報、向き情報を通信ネットワーク12を介した仮想空間システム11Bに送信し、仮想空間システム11Bでは遠隔仮想空間反映手段11cにより受信した仮想オブジェクト1bとしての仮想ハンマーの情報を仮想空間1内に反映する。同様にこの仮想ハンマーと仮想モグラとの仮想接触が起こり同様の処理がおこなわれ、仮想ハンマーと仮想モグラの状態に応じて、仮想空間システム11Bの操作者3の頭につけた送風受信手段5に風をあてる。

【0080】このようにして、相手側の仮想空間でも前記と同様の動作を行い仮想接触を再び返すことで、通信ネットワーク12を介して遠隔の操作者と仮想空間1を共有し、仮想モグラたたきゲーム等の仮想的反力のやり取りを体験することが可能となる(図7(c))。

【0081】[第3の実施形態] 図8は、本発明の第3の実施形態の構成図である。上述の第1、第2の実施形態では、操作者3の身体や所持物に力覚を提示するために取り付ける送風受信手段5に送風する風の制御、つまり送風放出手段2が風を放出する位置、向き、強さの制御を、仮想空間1内の仮想送風受信物体1aと仮想オブジェクト1bの状態に応じて送風制御手段10により行っているが、本実施形態では、送風受信手段5内に新たに送風受信制御部5cを設けて、仮想送風受信物体1aと仮想オブジェクト1bの状態に応じて、その送風受信制御部5cが風を受け止める面積や形状を制御する。す

なわち、提示する力覚の制御を送風放出手段2側のみならず送風受信手段5の側でも行うようにする。

【0082】受け止める風圧の制御は、送風受信部5aの風を受け止める面について、その面積や角度を制御することで行うことができる。その具体的例を図9に示す。送風受信部5aを、2枚以上の風を受け止める平面の羽根13（図9では4枚）で構成し、その羽13を、風が吹く方向に対して垂直（図9(a)左側）から平行

（図9(a)右側）に所定角度ずつ又は連続的に角度を変えるようにし、この角度を制御することで、受け止める風圧を制御する。また、それらの羽根13が凹形に開閉するように、ラッパ形状に構成することもできる（図9(b)）。さらに、その他の具体例としては、送風受信部5aの風を受け止める面を折りたたんだり、広げたりして、風を受け止める面積や形状を制御する手法もある。

【0083】その制御内容は、仮想接触を行う仮想オブジェクト1bの速度に応じて、又はそれを仮想的に打ち返す操作者の身体や所持物の投影である仮想送風受信物体1aの位置、向きに応じて、送風受信制御部5cにより受け止める風圧の量を制御する。

【0084】〔第4の実施形態〕図10は、本発明の第4の実施形態の構成図である。ここでは、操作者3の身体や所持物に力覚を提示する場合に、送風受信手段5に、圧力提示部5bにより提示した圧力を検出する圧力検出部5dをも設けて風圧を受けたときの圧力を測定する。そして、仮想空間1内の仮想送風受信物体1aと仮想オブジェクト1bの状態に応じて、及び／又は圧力検出手段5dが検出した圧力に応じて、仮想空間制御手段11bを制御し、仮想空間1を制御する。

【0085】圧力検出部5dの具体例としては、圧力センサ等がある。利用方法としては、仮想オブジェクト1bを打ち返すときなどに圧力を検出し、検出した圧力を仮想オブジェクト1bが跳ね返る速度などの状態に反映させて映像を表現する。

【0086】

【発明の効果】以上から本発明の力覚提示装置によれば、風圧を受け止めることでその圧力を利用して、仮想

空間の仮想送風受信物体を操作する操作者に力覚を提示することができる。これによって、仰々しい装備をする必要がなく、また操作者が装着又は所持するもので固定に据え付けられた機器が必要ないことから、操作者は動きの自由度が増し、任意の位置に移動可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施形態の力覚提示装置の概念図である。

【図2】 同第1の実施形態の力覚提示装置の構成図である。

【図3】 同第1の実施形態の力覚提示装置の処理の流れを説明するための図である。

【図4】 同第1の実施形態の力覚提示装置の別の処理の流れを説明するための図である。

【図5】 本発明の第2の実施形態の力覚提示装置の構成図である。

【図6】 同第2の実施形態の力覚提示装置の処理の流れを説明するための図である。

【図7】 同第2の実施形態の力覚提示装置の概念図である。

【図8】 本発明の第3の実施形態の力覚提示装置の送風受信手段の構成図である。

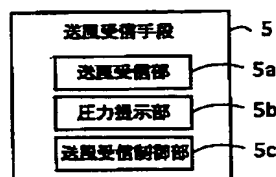
【図9】 第3の実施形態の送風受信手段の制御例の説明図である。

【図10】 本発明の第4の実施形態の力覚提示装置の送風受信手段の構成図である。

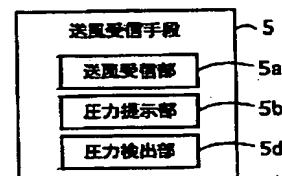
【符号の説明】

1：仮想空間、1a：仮想送風受信物体、1b：仮想オブジェクト、2：送風放出手段、3：操作者、4：風、5：送風受信手段、5a：送風受信部、5b：圧力提示部、5c：送風受信制御部、5d：圧力検出部、6：送風受信部検出手段、7：送風受信部投影手段、8：仮想接触計算手段、9：送風放出計算手段、10：送風制御手段、11：仮想空間システム、11a：画像表示端末装置、11b：仮想空間制御手段、11c：遠隔仮想空間反映手段、12：通信ネットワーク。

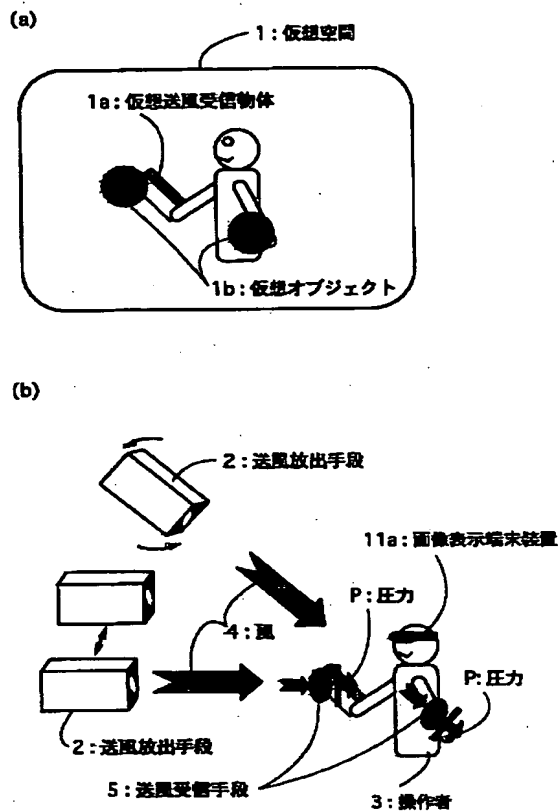
【図8】



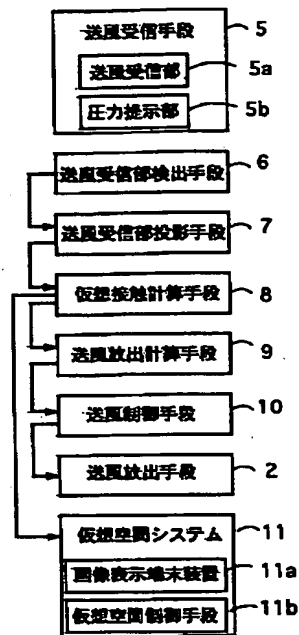
【図10】



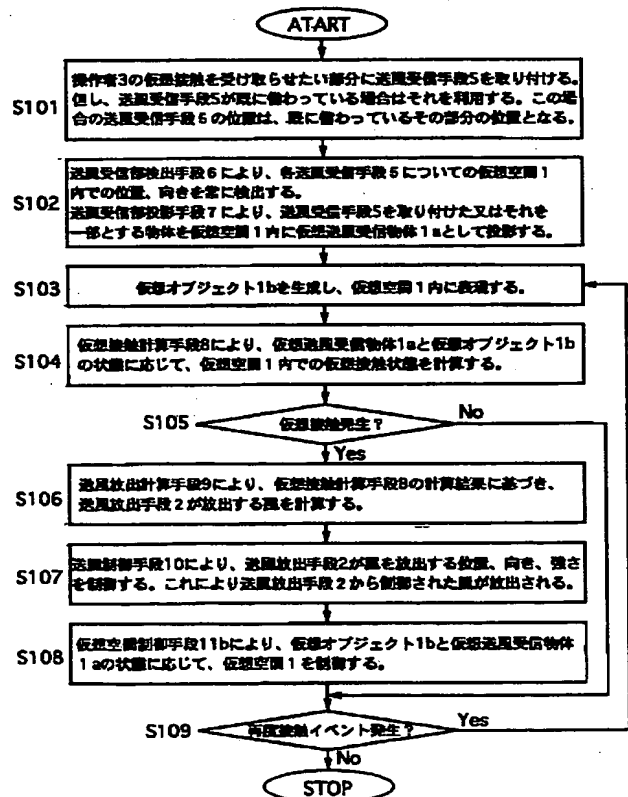
【図1】



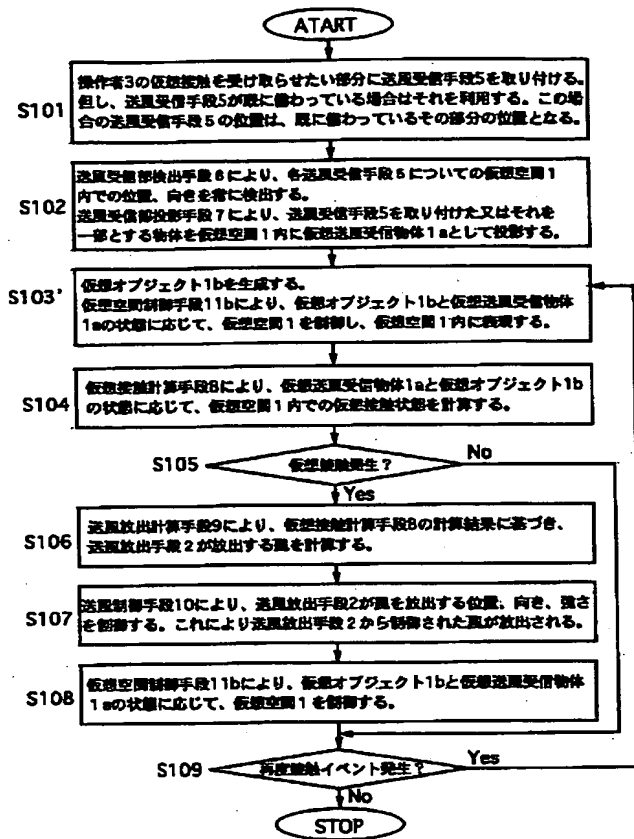
【図2】



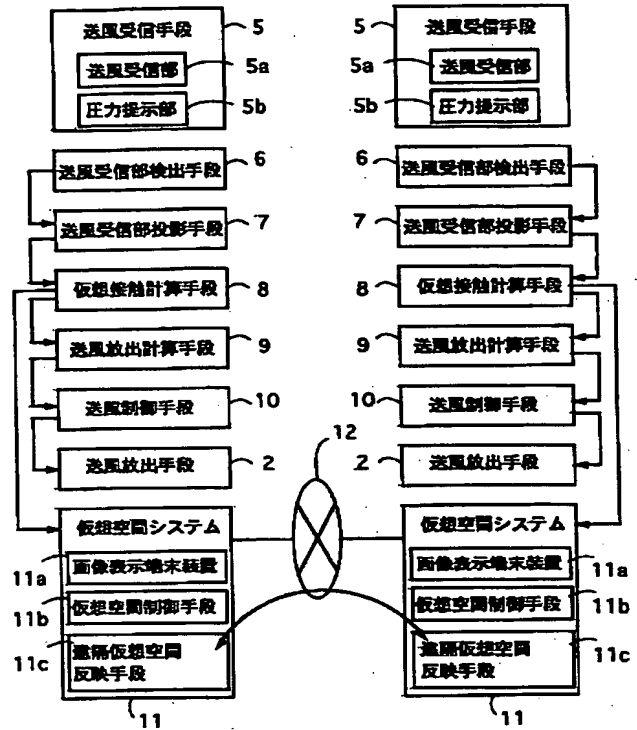
【図3】



【図4】

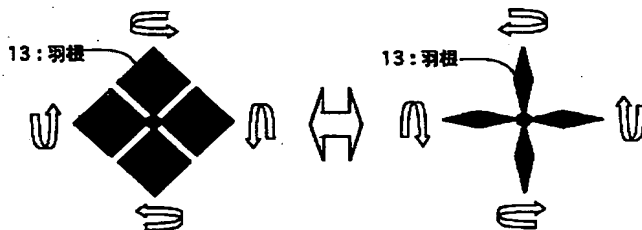


【図5】

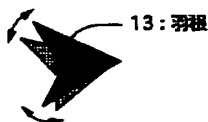


【図9】

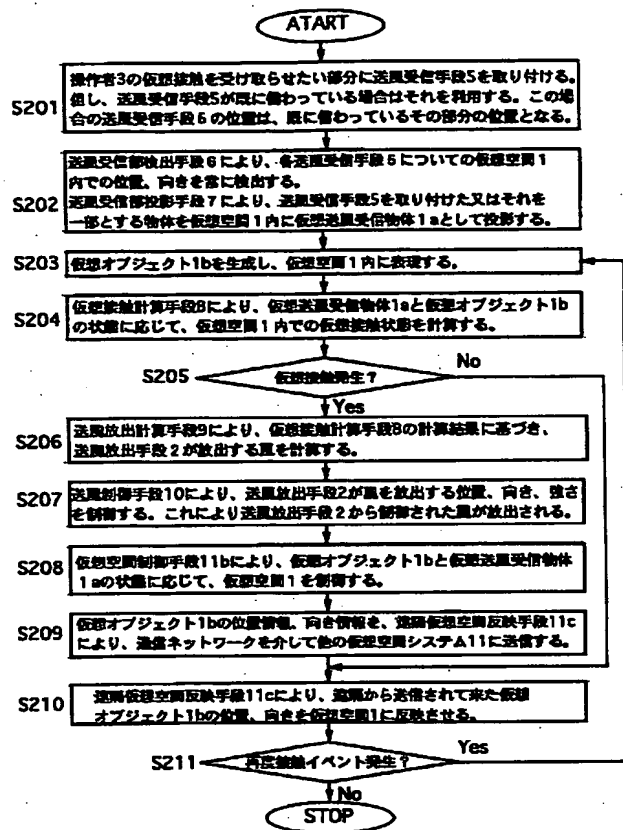
(a): 個々の羽根が回転する形式



(b): 個々の羽根がラッパ形状に開閉する形式

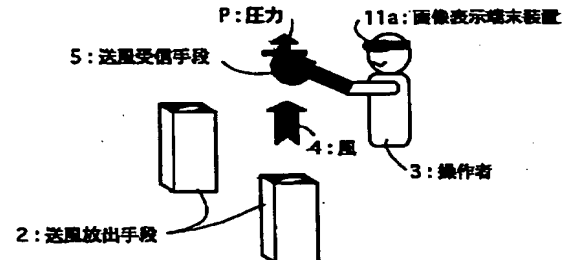


【図6】

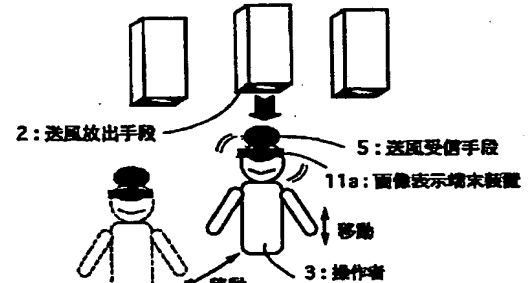


【図7】

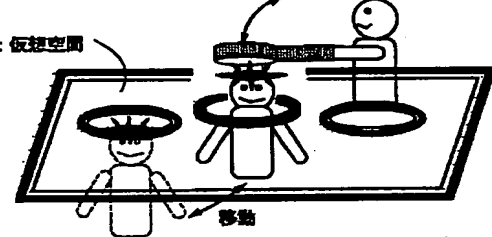
(a): 仮想空間システム11A (たたき側)



(b): 仮想空間システム11B (たたかれ側)



(c): 仮想空間1内



フロントページの続き

(72)発明者 石橋 聡

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本

電信電話株式会社内

Fターム(参考) 5H215 AA20 BB20 CX06 JJ14

9A001 BB02 BB03 BB04 CC02 DD12

HH26 HH29 HH30 JJ12 JZ76

KZ45